

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 05-120436

(43)Date of publication of application : 18.05.1993

(51)Int.Cl.

G06F 15/70

(21)Application number : 03-306657

(71)Applicant : YASKAWA ELECTRIC CORP

(22)Date of filing : 25.10.1991

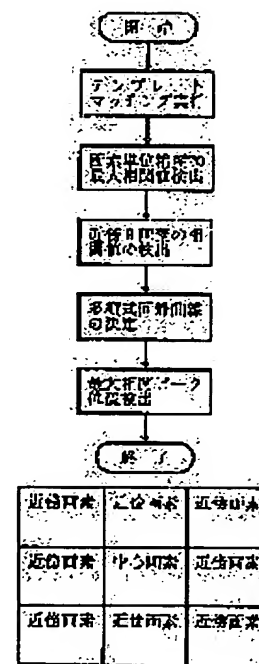
(72)Inventor : MORITA RYUICHI  
SATO HARUHIKO  
HIRAKAWA KIYOSHI  
OKUMURA SHINJI

## (54) TEMPLATE MATCHING METHOD

## (57)Abstract:

**PURPOSE:** To attain a position detection by a sub-pixel efficiency beyond a template matching by a picture element unit by a rather simple calculation, without necessitating storing a correlation value pattern.

**CONSTITUTION:** The correlation values of a picture to be detected and a template picture are calculated while a picture position is shifted by the picture element unit, and the picture position where the correlation value is the maximum is retrieved (2). Then, the positions and correlation values of the neighboring 8 picture elements are searched (3). Then, a multivariable and polynomial regression curved surface is decided from the searched position and correlation value of each picture element (4). Then, a position where the maximum correlation is applied is searched from the above mentioned searched multivariable and polynomial regression curved surface (5). The position is searched by an efficiency which is more detail than the picture element.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]



(19)日本国特許庁(J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-120436

(43)公開日 平成5年(1993)5月18日

(51)Int Cl.<sup>4</sup>

G 0 6 F 15/70

識別記号

4 6 0 A 9071-5L

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数1(全 4 頁)

(21)出願番号 特願平3-306657

(22)出願日 平成3年(1991)10月25日

(71)出願人 000006622

株式会社安川電機

福岡県北九州市八幡西区黒崎城石2番1号

(72)発明者 守田 隆一

福岡県北九州市八幡西区黒崎城石2番1号

株式会社安川電機内

(72)発明者 佐藤 治彦

福岡県北九州市八幡西区黒崎城石2番1号

株式会社安川電機内

(72)発明者 平川 潔

福岡県北九州市八幡西区黒崎城石2番1号

株式会社安川電機内

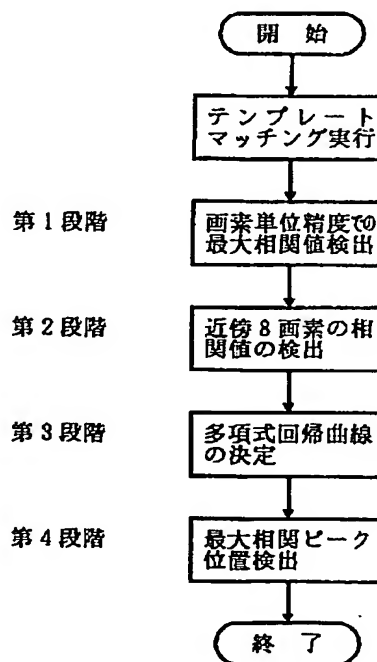
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 テンプレートマッチング方法

(57)【要約】

【目的】 相関値パターンを記憶する必画がなく、比較的簡単な計算で画素単位でのテンプレートマッチングを超越したサブピクセル精度で位置検出することができるようにする。

【構成】 画素位置を画素単位でずらしつつ被検出画像とテンプレート画像との相関値を算出し、その相関値が最大となる画素位置を探索する。次にその近傍8画素の位置と相関値を求める。次に上記で求めた各画素の位置と相関値から多変数多項式回帰曲面を決定する。次に上記で求めた多変数多項式回帰曲面より最大相関値を与える位置を求める。この位置は画素より細かな精度で求まる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 テンプレート画像を画素単位で横方向または縦方向にずらしつつ、その位置の座標を示すx及びyの2次式で表した被検出画像とテンプレート画像との相関値が最大となる画素位置を探索し、その画素位置の近傍画素の相関値から多変数多項式回帰曲面を求め、求めた多変数多項式回帰曲面より最大の相関値となる画素位置を求めることを特徴とするテンプレートマッチング方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、テンプレートマッチングの最大相関ピーク位置を画素間隔以下の精度（サブピクセル精度）で求める方法に関する。

【0002】

【従来の技術】 従来、テンプレート・マッチング方法としては、テンプレートを画像内の候補点領域全体にわたって1画素ずつずらしながら、それぞれの位置においてテンプレートと画素間の相関値を算出し、相関値が最大となる候補点の位置を求める方法をとっている。したがって、画素単位の精度での位置検出となる。そこで、画素単位以上の精度をだすために、本出願人が特開平1-82279号公報で提案した方法や、特開平1-96772号公報に開示される例がある。

【発明が解決しようとする課題】 しかし、特開平1-82279号公報では、予めサブピクセル精度の相関値パターンを記憶する必要があった。また、画素単位の1/Nの精度での相関ピーク位置を求めることはできるが、画素単位とは関係なく、自由な精度で相関ピーク位置を\*

$$V = F(x, y)$$

$$= b_0 + b_1 x + b_2 y + b_3 xy + b_4 x^2 + b_5 y^2 \dots (1)$$

と表すことができる。つまりxy平面に対する高さがVとなり、この(1)式は曲面を表すことになる。多項式が高次になればなるほどxyとVの関係における曲面は、当てはめはよくなるが、一方、得られる回帰式の解釈が困難となる。またxyと相関値Vが高次式（3次以上）となる理論的根拠がないことから、2次の式を採用するものである。そして、1画素単位でテンプレート・マッチングを行って、最大相関値を与える点とその近傍※

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{dV}{dx} = 2b_4 x + b_3 y + b_1 \dots (2) \\ \frac{dV}{dy} = 2b_5 y + b_3 x + b_2 \dots (3) \end{array} \right.$$

【0007】 相関値Vの最大値を与える点は、(2)、(3)式の右辺が0となるx、yであるので、

【0008】

\* 求める事ができなかった。特開平1-96772号公報では、複雑な計算式が必要となる欠点があった。そこで、本発明は、従来の技術の難点を克服し、相関値パターンを記憶する必画がなく、比較的簡単な計算で画素単位でのテンプレートマッチングを超越したサブピクセル精度で位置検出することができるテンプレートマッチング方法を提供することを目的とする。

【0004】

【課題を解決するための手段】 本発明は、相関値Vと、x、y座標を多変数多項式回帰曲面を使用した統計的手法を画像処理に適用したことが特徴である。具体的には、図1に示すように、

① 画素位置を画素単位でずらしつつ被検出画像とテンプレート画像との相関値を算出し、その相関値が最大となる画素位置を探索する。

② その近傍8画素の位置と相関値を求める。

③ ①②で求めた各画素の位置と相関値から多変数多項式回帰曲面を決定する。

④ 求めた多変数多項式回帰曲面より最大相関値を与える位置を求める。

【0005】

【作用】 多項式回帰曲面とは、回帰分析の手法であり、n個の観測点 $(x_1, y_1)$ 、 $(x_2, y_2)$ 、 $\dots$ 、 $(x_n, y_n)$ の散布図を描いた場合、その関係が直線関係になる場合、その直線を求める方法として最小自乗法が知られている。そこで変数が複数（本発明の場合x、y、V）であり、かつ、曲面になる場合、その曲面（多変数多項式回帰曲面）は、

※の8点の観測値の $(x, y)$ 、及び相関値Vより、

(1)式が多変数多項式回帰曲面の係数の $b_0$ 、 $b_1$ 、 $b_2$ 、 $b_3$ 、 $b_4$ 、 $b_5$ を決定する。次に、(1)式で表されるVの最大値を求める。x及びyについて各々全微分を行う。

【0006】

【数2】

【数3】

$$\begin{cases} x = \frac{2 \cdot b_5 \cdot b_1 - b_3 \cdot b_2}{b_3^2 - 4 \cdot b_4 \cdot b_5} \\ y = \frac{2 \cdot b_4 \cdot b_2 - b_3 \cdot b_1}{b_3^2 - 4 \cdot b_4 \cdot b_5} \end{cases}$$

【0008】となり、上記x, yが最大相関値を与える点となる。すなわち、(x, y)が最もマッチした点で\*10

\*あり、画素以上の精度となる。

【0009】

【実施例】以下、本発明の一実施例を図2より説明する。第1段階では、テンプレート・マッチングを行い、1画素単位での最大相関値を与える点(中心画素)を位置検出する。第2段階では、第1段階で検出した画素の8近傍(検出した画素を中心とする3×3のマトリクスの周辺8画素)における相関値を検出する。この第1段階と、第2段階では、相関値は従来公知の式、例えば、

$$n \sum f \cdot t - (\sum i) (\sum t)$$

$$\sqrt{[n \sum f^2 - (\sum i)^2] [n \sum t^2 - (\sum t)^2]}$$

ただし、

n : 基準画素の画素数  
t : 基準画素の画素データ  
f : 対象画素の画素データ

で求める。第3段階では、第1段階及び第2段階で検出したx, yと相関値Vより、多変数多項式回帰曲面を決定する。以下、回帰曲面決定方法を述べる。ここで、回

$$V = a_{00} P_0(x) Q_0(y) + a_{10} P_1(x) Q_0(y) + a_{01} P_0(x) Q_1(y) + a_{20} P_2(x) Q_0(y) + a_{11} P_1(x) Q_1(y) + a_{02} P_0(x) Q_2(y)$$

で当てはめるとする。9個の観測値(x<sub>i</sub>, y<sub>j</sub>), i = 1, 2, 3, j = 1, 2, 3 とする。観測値Vの番号付けを(x<sub>i</sub>, y<sub>j</sub>)に対して、s(i-1)+jとする。このとき、線形モデルは、

$$V = XA$$

$$V = (V_1, V_2, V_3, V_4, V_5, V_6)$$

$$A = (a_{00}, a_{10}, a_{01}, a_{20}, a_{11}, a_{02})$$

と表現され、X<sup>T</sup>(Xの転置行列)は次の関係式をみたす。

$$a_{00} = z = \sum z_i / n$$

$$a_{10} = \sum P_1(x_i) (z_{s(i-1)+1} + \dots + z_{s(i-1)+9}) / s \sum P_1^2(x_i)$$

$$a_{01} = \sum Q_1(y_i) (z_i + z_{i+1} + \dots) / s \sum P_1^2(x_i)$$

$$a_{20} = \sum P_2(x_i) (z_{s(i-1)+1} + \dots + z_{s(i-1)+9}) / s \sum P_2^2(x_i)$$

$$a_{11} = \sum \sum P_1(x_i) Q_1(y_j) z_{s(i-1)+j} / \sum P_1^2(x_i) \sum Q_1^2(y_j)$$

$$a_{02} = \sum Q_2(y_i) (z_i + z_{i+1} + \dots) / s \sum P_1^2(x_i)$$

第4段階では、第3段階で求めた回帰曲面の最大値を与えるxy座標を算出する。

【0011】

【発明の効果】本発明によれば、画素位置をずらしつつ画像相関値を算出し、最大相関値を与える画素位置を探索し、該最大相関値を与える画素位置の近傍画素の相関値から画素間隔以上の精度で相関ピーク位置を求める相関ピーク検出方式において、近傍画素の相関値から多

$$\begin{aligned} X^T V &= (\sum P_0(x_i) \sum Q_0(y_j) V_{s(i-1)+j}, \\ &\sum P_1(x_i) \sum Q_0(y_j) V_{s(i-1)+j}, \\ &\sum P_0(x_i) \sum Q_1(y_j) V_{s(i-1)+j}, \\ &\sum P_2(x_i) \sum Q_0(y_j) V_{s(i-1)+j}, \\ &\sum P_1(x_i) \sum Q_1(y_j) V_{s(i-1)+j}, \\ &\sum P_0(x_i) \sum Q_2(y_j) V_{s(i-1)+j})^T \end{aligned}$$

となる。

【0010】各係数a<sub>00</sub>, a<sub>10</sub>, a<sub>01</sub>, a<sub>20</sub>, a<sub>11</sub>, a<sub>02</sub>の推定量は、次のように書ける。

★

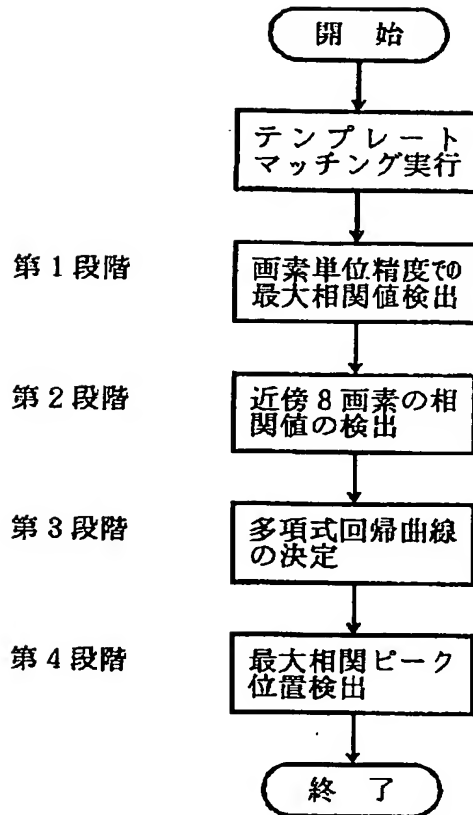
変数多項式回帰曲面を求めることにより、高精度で、かつ真のピーク位置の変化に対し連続な推定ピーク位置を求めることのできる相関ピーク位置検出方式を提供できる効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の一実施例の処理フロー図

【図2】 相関値ピーク位置検出の説明図

【図 1】



【図 2】

近傍画素	近傍画素	近傍画素
近傍画素	中心画素	近傍画素
近傍画素	近傍画素	近傍画素

フロントページの続き

(72)発明者 奥村 信治  
 福岡県北九州市八幡西区黒崎城石 2 番 1 号  
 株式会社安川電機内